

Produção de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) em função de substratos e luminosidades

Production of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. seedlings in substrates and light intensities

Bárbara França DANTAS¹, Armando Pereira LOPES², Fabrício Francisco Santos da SILVA³, Patrício Ferreira BATISTA⁴, Mayara Milena Menezes da Luz PIRES⁵, Carlos Alberto ARAGÃO⁶.

¹Autora para correspondência, Pesquisadora, Embrapa Semiárido. LASESA- Laboratório de Análise de Sementes, Embrapa Semiárido, CP23, CEP56302-970, Petrolina-PE. e-mail: barbara@cpatsa.embrapa.br.

²Mestrando em Horticultura Irrigada, Universidade do Estado da Bahia- UNEB, Campus III, Juazeiro-BA. Petrolina-PE. e-mail: armando.lopes10@gmail.com

³MS, Professor Auxiliar, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA. e-mail: fabriciofrancisco2005@hotmail.com;

⁴Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal do Semiárido- UFERSA, Mossoró- RN. e-mail: patriciosfb@gmail.com;

⁵MS, Analista Ambiental, Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH, Petrolina-PE. e-mail: mmmmpires@uneb.br;

⁶Professor Adjunto, Universidade do Estado da Bahia- UNEB, Campus III, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais-DTCS, Juazeiro - BA. e-mail: carlosaragao@hotmail.com

Resumo:

A catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) é uma espécie nativa da caatinga dotada de resistência à seca e de potencial econômico. Objetivou-se avaliar o efeito de substratos e de níveis de luminosidade na emergência, e crescimento inicial de plântulas de catingueira-verdadeira. As sementes foram semeadas em recipientes preenchidos com solo, areia e esterco, em diferentes combinações, e substrato comercial. Os recipientes foram mantidos sob quatro condições de luminosidade: 100; 70; 50 e 25%. Foram avaliados porcentagem de emergência de plântulas; índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, coeficiente de velocidade de emergência, massas fresca e seca totais, comprimento total, área foliar, número de folhas e índice relativo de clorofila (IRC). As plântulas apresentaram maior porcentagem e velocidade de emergência e maior IRC quando semeadas em solo+areia+esterco e mantidas a céu aberto. Os substratos com apenas solo e com solo e areia, em alternativa ao substrato comercial, induziram maior crescimento inicial das plântulas. Conclui-se que a utilização de telados de baixo sombreamento e substratos com apenas solo e com solo e areia favorece a obtenção de mudas de catingueira-verdadeira.

Palavras-chave adicionais: árvore, propagação, forrageira, sombreamento, caatinga.

Abstract:

Caesalpinia pyramidalis is a native silvicultural drought resistant species of the caatinga (type of vegetation of an ecoregion in the northeastern part of Brazil) showing good economical potential. The objective of this study was to find the best substrata and levels of luminosity for the production of seedlings of this species. The vases in which the seeds were sown were filled with mixtures in different proportions of soil, sand, and manure. In addition to that, a commercial substratum was also used. Seed germination took place under luminosity degrees of 100, 70, 50, and 25%. Seedling emergence in percentage, speed of emergence index, mean time for seedling emergence, speed of emergence coefficient, total fresh weight, total length, leaf area, number of leaves, and relative chlorophyll index (IRC) were observed. The highest percentage of seedling emergence, speed of emergence and IRC were observed when the seeds were sown in a mixture of soil, sand, and manure with germination taking place under open sun light. The substrata in which only soil or soil and sand were used resulted in seedlings with a higher initial growth. The results showed that well illuminated green houses and soil or soil and sand as substrata are conditions favoring the development of *C. pyramidalis* seedlings.

Additional keywords: tree, propagation, forage, shading, caatinga.

Introdução

A grande diversidade de espécies florestais que compõem os diferentes biomas do

Brasil indica que há um enorme campo de pesquisa a ser explorado. O conhecimento da potencialidade de uso, fisiologia, manejo e produção pode contribuir tanto para a manutenção das florestas quanto para o planejamento da recom-

posição, da forma mais próxima da cobertura original da vegetação. A esse respeito, MORAES NETO & GONÇALVES (2001) ressaltaram a importância do estudo de espécies na fase de viveiro; enquanto PARROTTA et al. (1997) enfatizaram o estabelecimento em campo. A catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) apresenta grande potencial econômico devido à sua rusticidade e ao seu aproveitamento madeireiro, ao potencial para reflorestamento, ao uso medicinal e, principalmente, à sua propriedade extrativa (MAIA, 2004). É uma espécie utilizada em projetos de reflorestamento de áreas da Caatinga, por crescer em todos os ambientes de Caatinga, tanto nos úmidos em matas ciliares, onde atingem até 10 m de altura, como nos ambientes mais secos, em que atingem porte arbustivo (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Dentre os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além da semente, o substrato e a luminosidade, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final. Por isso, e na busca constante de melhor produtividade dos reflorestamentos, a qualidade da muda tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisa, que têm procurado definir os melhores níveis de luminosidade e substratos, adequando-os à produção de mudas de qualidade desejável (SANTOS et al., 2000).

De acordo com a legislação brasileira, substrato é o produto usado como meio de suporte e crescimento de plantas (BRASIL, 2005) ou como material orgânico ou inorgânico sobre o qual o organismo cresce, ou ao qual está fixado, apoia-se ou desenvolve-se (BRASIL, 2007). O substrato tem o papel fundamental de fornecer às mudas todas as condições químicas, físicas e biológicas, para um crescimento saudável, oferecendo assim condições de transformar seu potencial genético em produtividade (KÄMPF & FERMINO, 2000). Alguns tipos de materiais utilizados na composição de substratos para a produção de mudas por via sexuada são terra de subsolo, adubo químico, areia, casca de arroz carbonizada, matéria orgânica mista decomposta, serragem decomposta, solo, turfa, vermiculita, dentre outros. A composição do substrato varia em função do tipo de recipiente e do processo de produção de mudas, sendo que a maioria é composta por matéria orgânica decomposta, vermiculita, fertilizantes, terra, inóculos de fungos e bactérias, em várias proporções (NAPPO et al., 2001), sendo que cada viveirista escolhe o seu, de acordo com a disposição de matéria-prima, preço, tempo para o preparo da muda, mão de obra e transporte, procurando melhor retorno econômico.

A luminosidade, por sua vez, controla os processos responsáveis pelo acúmulo de matéria

seca, contribuindo para o crescimento das mudas. O estudo da luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial dessas espécies em programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento (GAJEGO, 2001). A luz, principalmente no que se refere à sua intensidade, tem sido reconhecida como o fator mais importante para os mecanismos de regeneração e crescimento das florestas (BAZZAZ, 1979; AMO, 1985; KOIKE, 1986). A adaptação das espécies à luminosidade ambiental é importante, principalmente na fase juvenil, por condicionar mudanças morfofisiológicas e fisiológicas em sua estrutura e função (WHATLEY & WHATLEY, 1982), determinando o sucesso ou não da regeneração. A importância deste fator tem levado diversos autores a classificar as espécies florestais em grupos ecológicos distintos, de acordo com sua capacidade de adaptação às condições de luminosidade ambiental, e cujo conhecimento é chave importante para a compreensão da dinâmica das florestas e seu manejo (AMO, 1985).

Os diferentes materiais nas coberturas dos ambientes protegidos podem proporcionar alterações no microclima interno, principalmente no que se refere à luminosidade (SENTELHAS et al., 1998) e pode interferir nas respostas das plantas aos processos fisiológicos, como fotossíntese e transpiração (ZANELLA et al., 2006).

Diversos parâmetros têm sido utilizados para estabelecer as bases da adaptabilidade das plantas às condições de maior ou menor grau de sombreamento. Dentre estes, parâmetros fisiológicos (BAZZAZ, 1979; KOIKE, 1986), morfológicos (BLACKMAN & WILSON, 1956; BOARDMAN, 1977) e ecológicos (GRIME, 1977, 1982; AMO & GÓMEZ-POMPA, 1979; MARTINEZ-RAMOS, 1985) são frequentemente avaliados, nos quais as variáveis de crescimento têm ocupado posição de destaque.

Os estudos básicos de germinação, propagação e produção de mudas de espécies nativas da caatinga são de extrema importância para o desenvolvimento da atividade florestal e para programas de conservação. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de níveis de luminosidade e substratos na formação de mudas de catingueira-verdadeira.

Material e métodos

Sementes de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) foram coletadas de vinte árvores em uma área de caatinga no distrito de Juremal (9° 30' 21"S, 40° 30' 12" W), pertencente ao município de Juazeiro-BA, caracterizado por um clima semiárido, com temperaturas máxima, média e mínima anuais de

29,6 °C, 24,2 °C e 20,3 °C, respectivamente. A precipitação média anual da região é de 399 mm, com período chuvoso de novembro a março. Após beneficiamento, as sementes formaram um único lote utilizado para a condução do experimento.

A uma profundidade de 3,0 cm foram depositadas três sementes em cada recipiente, saco de polietileno com capacidade volumétrica para 0,572 L, preenchidos com cinco substratos, sendo eles: solo (S); areia (A); solo + areia (1:1, SA); solo+areia+esterco caprino curtido (1:1:1, SAE) e substrato comercial (SC). O material de

solo foi coletado de área de caatinga no Campo Experimental da Caatinga, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. O esterco caprino utilizado foi produzido na Área Experimental de Caprinocultura da Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Juazeiro-BA. O substrato comercial utilizado foi o Plantmax Hortaliças[®], Eucatex[®]. Os substratos não foram corrigidos quanto ao pH, nem foi adicionado adubo aos mesmos, sendo estes submetidos à análise química no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química dos substratos utilizados. Petrolina-PE; outubro, 2009. *Chemical analysis of the studied substrata. Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. October, 2009.*

Determinações químicas	Unidade	Substratos				
		Solo	Areia	Solo+Areia	Solo + Areia + Esterco	Substrato comercial
MO	g kg ⁻¹	6,21	0,83	5,79	28,96	33,10
pH		6,90	8,30	7,60	8,60	5,90
C.E.	dS m ⁻¹	0,57	0,29	0,55	1,10	4,62
P	Mg dm ⁻³	5,00	17,00	49,00	71,00	421,00
K		0,31	0,09	0,23	0,43	1,80
Ca		2,50	1,50	2,50	4,20	7,80
Mg		0,60	0,30	0,60	0,90	6,80
Na	cmol _c dm ⁻³	0,02	0,02	0,01	0,04	0,18
Al		0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
H+Al		0,33	0,00	0,00	0,00	6,43
S _(bases)		3,43	1,91	3,34	5,57	16,58
CTC		3,76	1,91	3,34	5,57	23,01
V	%	91,00	100,00	100,00	100,00	72,00

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Os recipientes foram mantidos sob quatro condições de luminosidades, a pleno sol (sem sombreamento) e em telados tipo sombrite de 30%, 50% e 75% de interceptação da luz, que corresponderam aos tratamentos de 100; 70; 50 e 25% de luminosidade, respectivamente. Todos os tratamentos foram irrigados diariamente, tendo-se como base na evapotranspiração de referência estimada pela expressão de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) e coletada no local através de um sistema de aquisição de dados, sendo que o volume de água aplicado diariamente foi calculado segundo HERNANDEZ (1999), levando-se em consideração a evapotranspiração de referência e coeficiente de cultura (Kc=1,0) Foram utilizadas cinco repetições por tratamento, totalizando 100 parcelas, em um esquema fatorial 4x5 (quatro luminosidades e cinco substratos), em um delineamento inteiramente casualizado.

A emergência das plântulas foi avaliada diariamente até o estabelecimento do estande e, após isso, foi realizado o desbaste de forma a permanecer apenas uma plântula por recipiente. Foram avaliados a porcentagem de emergência total (E%), o índice de velocidade de emergência

- IVE (MAGUIRE, 1962), o tempo médio de emergência- TME (LABOURIAU, 1983), o coeficiente de velocidade de emergência - CVE (KOTOWSKI, 1926; NICHOLS & HEYDECKER, 1968).

Aos 37 dias após a semeadura (DAS), as plântulas foram avaliadas quanto às massas fresca e seca total (MFT e MST), comprimento total das plântulas (CT), medido do ápice da raiz ao ápice do caule, e número de folhas (NF).

A área foliar (AF) das plântulas foi determinada por meio do medidor portátil de área foliar (modelo LI-3100, LICOR), e o índice relativo de clorofila (IRC) em cada folha foi determinado pela média de quatro leituras no clorofilômetro (modelo SPAD-502, Minolta Corp.).

Para fins de análise estatística, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando para isto o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os resultados foram submetidos à análise de regressão, ajustando-se as equações aos dados obtidos, a partir das luminosidades a que as mudas foram submetidas. Adotou-se como

critério, na escolha do modelo, a interação pelo teste F, significativo a 5%, e a magnitude dos coeficientes de determinação.

Resultados e discussão

Observou-se que a maior porcentagem e velocidade de plântulas emergidas ocorreram em pleno sol no substrato solo+areia+esterco (SAE), tendo a emergência iniciada no terceiro dia após a semeadura (DAS) (Figura 1). Observou-se que, para essas plântulas, a emergência foi de 37,2% no terceiro DAS, sendo que, para os demais tratamentos, a emergência foi inferior a 4%. Nas luminosidades de 70% e 50%, as curvas de emergência das plântulas, em todos os substratos foram, semelhantes entre si (Figuras 1b e 1c).

A porcentagem de emergência (E%) das plântulas de catingueira-verdadeira foi mais alta em substrato SAE e pleno sol (87%). Essas plântulas também apresentaram maior índice de velocidade de emergência (IVE), menor tempo médio de emergência (TME) e maior coeficiente de velocidade de emergência (CVE) que as demais. Por outro lado, o tratamento de menor luminosidade induziu menores E% e IVE em solo

(S) e maior TME e menor CVE que em solo+areia - SA (Figura 2, Tabela 2).

Entre as avaliações de crescimento inicial das plântulas, todas as características de crescimento responderam significativamente aos diferentes substratos testados (Tabela 3). Apenas para massa fresca total (MFT) e número de folhas (NF) não houve influência da luminosidade nas plântulas. Houve interação entre os tratamentos de luminosidade e substrato, apenas para a massa seca total (PMST) e área foliar (AF).

O substrato comercial (SC) proporcionou às plântulas de catingueira-verdadeira maior crescimento total em comprimento e em matéria fresca (CT e MFT, respectivamente) que os demais (Tabelas 4 e 5). No entanto, isso não resultou em maior acúmulo de matéria seca total (MST). Por outro lado, os substratos S e AS proporcionaram às plântulas crescimento em comprimento intermediário, porém com maior acúmulo de matéria seca total. A adição de esterco ao substrato SAE não induziu crescimento satisfatório às plântulas.

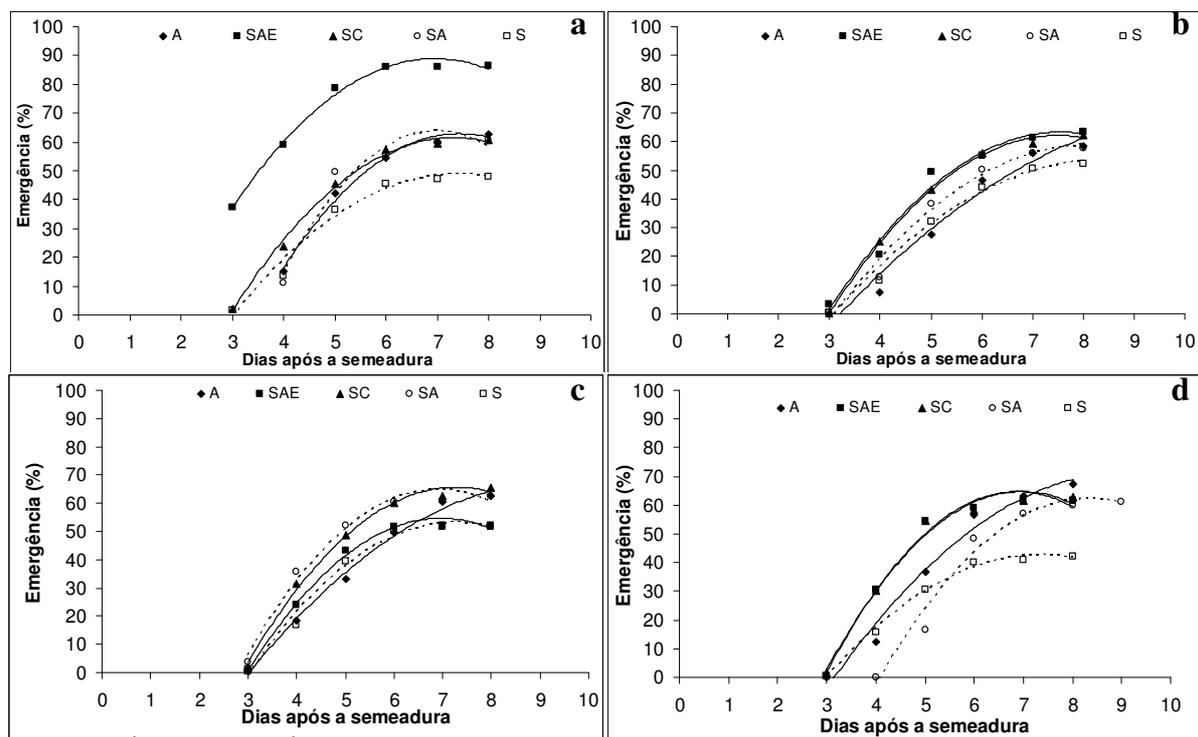


Figura 1 - Curvas de emergência de plântulas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) em resposta a luminosidades: a) pleno sol (100% luminosidade); b) 70% de luminosidade; c) 50% de luminosidade; d) 25% de luminosidade e substratos (A= areia; SAE= solo+areia+esterco; SC=substrato comercial; SA= solo+areia; S=solo). Petrolina-PE outubro, 2009. *Caesalpinia pyramidalis* seedling emergence under different light intensities; a) sunlight (100% luminosity); b) 70% luminosity; c) 50% luminosity; d) 25% luminosity, and substrata (A= sand; SAE= soil+ sand+manure; SC=commercial substratum; SA= soil+sand; S=soil). Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. October, 2009.

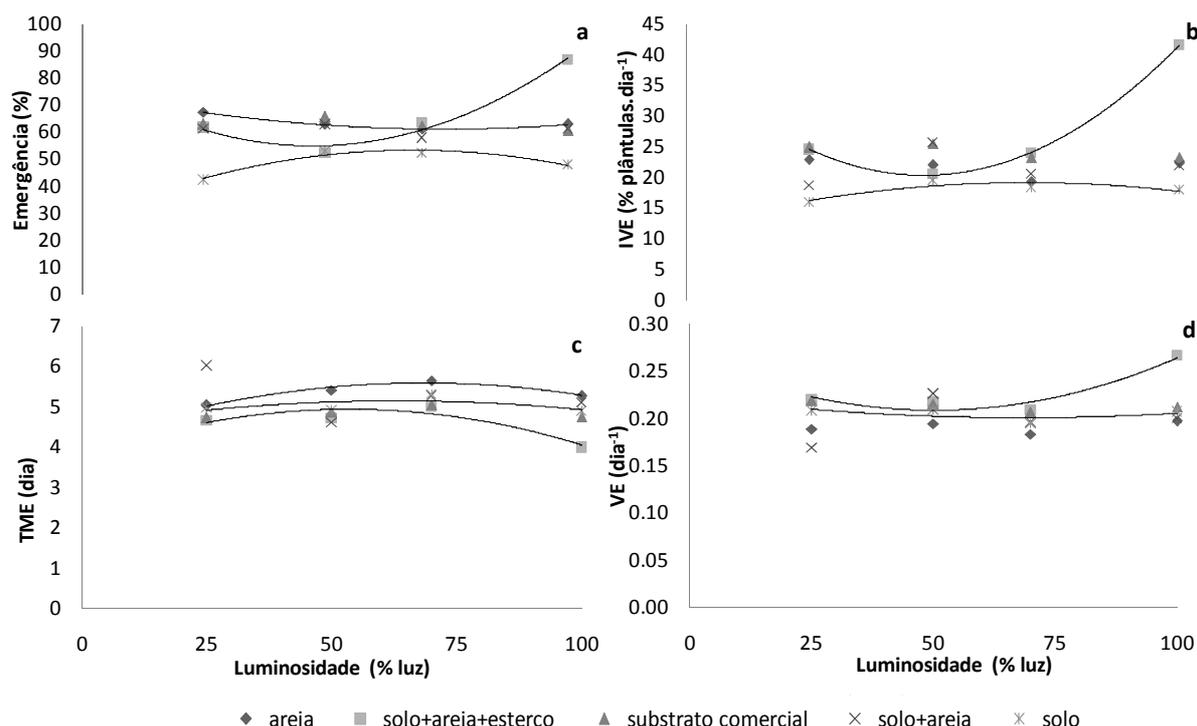


Figura 2 - Porcentagem de emergência (a), índice de velocidade de emergência - IVE (b), tempo médio de emergência - TME (c) e coeficiente de velocidade de emergência - VE (d) de plântulas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) submetidas a diferentes luminosidades e substratos (regressões: A= areia; SC=substrato comercial; S=solo). Petrolina-PE; outubro, 2009. *Total emergence(a), speed of emergence index (b), mean time for emergence (TME), and speed of emergence coefficient (VE) of Caesalpinia pyramidalis seedlings under different light intensities and substrata (regression curves: A= sand; SC=commercial substrate; S=soil). Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. October, 2009.*

Tabela 2 - Equações e coeficientes de regressão para estimar porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e velocidade de emergência de plântulas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) submetidas a diferentes luminosidades e substratos. Petrolina-PE; outubro, 2009. *Equations and regression coefficients to estimate emergence percentage, speed of emergence index, mean time for emergence, and speed of emergence of Caesalpinia pyramidalis seedlings subjected to different light intensities and substrata. Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. October, 2009.*

Substrato	Emergência (% plântulas)		Índice de Velocidade de Emergência (IVE- % plântulas dia ⁻¹)	
	Equação de regressão	R ²	Equação de regressão	R ²
Solo (S)	y=-0,005x ² +0,793x+26,4	0,955 ^{*a}	y=-0,001x ² +0,215x+11,70	0,765 [*]
Areia (A)	y=0,002x ² -0,369x+74,93	0,998 [*]	não ajustado	
S+A	não ajustado		não ajustado	
S+A+Esterco	y=0,011x ² +1,119x+81,49	0,977 [*]	y=0,007x ² -0,762x+38,65	0,999 [*]
Substrato comercial	não ajustado		não ajustado	
Substrato	Tempo Médio de Emergência (TME - dias)		Velocidade de Emergência (VE - plântulas dia ⁻¹)	
	Equação de regressão	R ²	Equação de regressão	R ²
Solo (S)	y=-0,005x ² +0,793x+26,40	0,955 ^{*a}	y=-0,001x ² +0,215x+11,7	0,765 [*]
Areia (A)	y=-0,001x ² +0,041x+4,162	0,960 [*]	não ajustado	
S+A	não ajustado		não ajustado	
S+A+Esterco	y=-0,001x ² +0,043x+3,757	0,841 [*]	y=0,007x ² -0,762x+38,65	0,999 [*]
Substrato comercial	não ajustado		não ajustado	

^{a*} significativo a 10% de probabilidade. ^{a*} significant at 10% probability level. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 3 - Valores de F da análise de variância das variáveis de crescimento e desenvolvimento de plântulas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) submetidas a diferentes luminosidades e substratos. Petrolina-PE, outubro, 2009. *F values of the analysis of variance of the growth and development of seedlings of Caesalpinia pyramidalis subjected to different light intensities and substrates. Petrolina, Pernambuco State, Brazil; October, 2009.*

Variáveis avaliadas	Fonte de variação			CV %
	Luminosidade	Substrato	Luminosidade*substrato	
MFT	1,199 ns ^b	19,93**	1,059 ns	25,26
MST	3,468*	6,931**	2,232*	48,69
AF	13,36***	4,357***	2,577***	13,63
NF	1,489 ns	18,34 ***	0,855 ns	32,94
CT	2,949**	7,646***	1,114 ns	19,62
IRC	6,553***	12,20***	1,249 ns	33,76

^a MFF, MFC, MFR, MFT= massa fresca de folhas, caules, raízes e total; MSF, MSC, MSR, MST= massa seca de folhas, caules, raízes e total. AF=área foliar; NF=número de folhas; CT= comprimento total; IRC=índice relativo de clorofilas. ^b ns; *, **, *** = não significativo, significativo a 10%, 5% e 1%, respectivamente. *MFF, MFC, MFR, MFT = fresh weight of leaves, shoots, roots, and total; MSF, MSC, MSR, MST = dry weight of leaves, shoot, roots, ant total; AF = leaf area; NF = number of leaves; CT = total length; IRC = chlorophyll relative index;* ^b ns; *, **, *** = non significant, significant at the levels of 10, 5, and 1%, respectively. *The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

Tabela 4 - Massas fresca e seca totais de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) submetidas a diferentes luminosidades e substratos, aos 37 dias após a semeadura. Petrolina-PE, outubro, 2009. *Fresh and dry matter weight of seedlings of Caesalpinia pyramidalis subjected to different light intensities and substrata 37 days after sowing. Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. October, 2009.*

Substratos	Massa fresca total (g)					Massa seca total (g)				
	Luminosidade (%)					Luminosidade (%)				
	100	70	50	25	Média	100	70	50	25	Média
Solo (S)	2,000	2,311	2,082	2,345	2,184 A	1,283abA	0,864bcA	0,627cA	1,689aA	1,116
Areia (A)	1,470	1,312	1,062	1,355	1,262 B	0,426aB	0,580 aA	0,681 aA	0,665 aB	0,588
S+A	2,345	2,136	1,633	2,225	2,151 A	0,631bAB	0,519abA	1,169 aA	0,917abA	0,809
S+A+Esterco	2,161	1,336	1,574	1,430	1,452 B	0,497aB	0,556 aA	0,654 aA	0,645 aB	0,588
Substrato comercial	2,609	2,260	2,183	2,494	2,274 A	0,622aB	0,583 aA	0,860 aA	0,775 aB	0,710
Média	1,809 a	1,753 a	1,917a	1,981 a		0,692	0,621	0,798	0,938	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Means followed by the same small letter in the lines and the same large letter in the columns are not statistically different at the level of 5% of probability according to the Tukey's test. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

Tabela 5 - Índice relativo de clorofila e comprimento total de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) submetidas a diferentes luminosidades e substratos, aos 37 dias após a semeadura. Petrolina-PE, outubro, 2009. *Chlorophyll index and total length of seedlings of Caesalpinia pyramidalis subjected to different light intensities and substrata 37 days after sowing. Petrolina, state of Pernambuco, Brazil, October, 2009.*

Substratos	Índice relativo de clorofila					Comprimento total (cm)				
	Luminosidade (%)					Luminosidade (%)				
	100	70	50	25	Média	100	70	50	25	Média
Solo (S)	41,32aAB	34,70aA	36,34aA	34,82aA	36,795	32,34	26,82	26,16	24,40	27,43BC
Areia (A)	34,98abB	34,34bA	35,80abA	43,24aA	37,090	31,62	27,22	29,96	28,02	29,20 B
S+A	49,12aA	34,12bA	34,30bA	43,12aA	40,165	35,04	22,46	26,32	28,64	28,12BC
S+A+Esterco	37,78aB	33,50aA	31,42a A	35,12aA	34,455	27,30	20,98	15,16	14,96	19,60 C
Substrato comercial	49,02aA	36,56bA	35,76bA	38,60bA	39,985	41,16	43,82	45,56	51,18	45,43 A
Média	42,444	34,644	34,724	38,980		33,49a	28,26a	28,63a	29,44a	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Means followed by the same small letter in the lines and the same large letter in the columns are not statistically different at the level of 5% of probability according to the Tukey's test. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

Quanto ao efeito da luminosidade no crescimento total das plântulas, apenas aquelas desenvolvidas em solo e SA apresentaram resposta significativa à luminosidade, sendo que aquelas que se desenvolveram na menor luminosidade apresentaram maior MST (Tabela 4). Apesar do alto teor de matéria orgânica nos substratos SC e SAE, este não foi um fator condicionante para o aumento do crescimento inicial de plântulas de catingueira-verdadeira,

devido às demais características dos substratos descritas na Tabela 1.

As plântulas que se desenvolveram nos substratos SC, SA e S possuíram maiores AF e NF (Tabela 6). Nesses substratos, as plântulas submetidas a 100% de luminosidade apresentaram também maior índice relativo de clorofila - IRC (Tabela 5). Por outro lado, as menores luminosidades induziram nas plântula, menor IRC, e maiores AF e NF (Tabelas 5 e 6).

Tabela 6 - Área foliar e número de folhas de plântulas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis*) submetidas a diferentes luminosidades e substratos, aos 37 dias após a semeadura. Petrolina-PE, outubro, 2009. *Leaf area and number of leaves off Caesalpinia pyramidalis seedlings subjected to different light intensities and substrata 37 days after sowing. Petrolina, state of Pernambuco, Brazil. October, 2009.*

Substratos	Área foliar (dm ²)					Número de folhas				
	Luminosidade (%)					Luminosidade (%)				
	100	70	50	25	Média	100	70	50	25	Média
Solo (S)	31,54	30,28	39,77	45,20	66,89 A	3,8	4,6	3,8	3,8	4,8 A
Areia (A)	49,86	43,38	43,64	54,18	36,69 C	4,2	4,2	4,4	3,2	3,9 B
S+A	51,13	61,72	72,64	65,77	74,29 A	5,4	4,8	4,8	4,2	5,2 A
S+A+Esterco	59,07	55,58	87,30	95,24	47,76 BC	4,8	5,0	5,6	5,2	4,0 B
Substrato comercial	44,66	70,22	64,48	88,18	62,81 AB	4,2	5,4	5,0	4,6	4,8 A
Média	47,25 c	52,24 b	61,57 ab	69,71 a		4,5 ab	4,8 a	4,7 ab	4,1 b	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Means followed by the same small letter in the lines and the same large letter in the columns are not statistically different at the level of 5% of probability according to the Tukey's test. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

A MF e NF das plântulas foram maiores naquelas que se desenvolveram em S, SA e SC, não havendo diferença significativa entre elas. No entanto, as plântulas que se desenvolveram em SC apresentaram-se apenas com maior conteúdo de água que as demais, pois apresentaram MS menor que aquelas desenvolvidas em S e SA. Além disso, o SC induziu um CT maior em relação ao S e SA, provavelmente devido à grande mobilização dos fotoassimilados das plântulas nas raízes, em detrimento da área foliar (Tabelas 4 a 6).

Cada espécie florestal apresenta exigência luminosa própria para seu desenvolvimento, sendo que algumas plântulas podem aproveitar e desenvolver-se melhor em locais com alta intensidade luminosa e outras em sombreamento; existem ainda aquelas espécies que são intermediárias e as de ampla dispersão (PORTELA et al., 2001). O crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades luminosas pode ser atribuído à capacidade de ajustar, eficaz e rapidamente, seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente (DIAS FILHO, 1997).

De acordo com MAIA (2004), a catingueira-verdadeira é uma espécie indicada

para as primeiras fases de recomposição florestal mista de áreas degradadas, devido à sua alta germinação e ao seu desenvolvimento em áreas com alta luminosidade. Essa tolerância à alta luminosidade, no entanto, foi verificada apenas para a porcentagem de emergência das plântulas e IRC das plântulas de 37 dias (Figuras 1 e 2; Tabelas 2 e 5). Para as demais características avaliadas, as plântulas não responderam à luminosidade ou desenvolveram em ambientes sombreados, sendo que a massa seca e a área foliar das plântulas foram maiores em 75% de sombreamento, e o número de folhas foi maior em 30% de sombreamento (Tabelas 4 e 5). SCALON et al. (2003), trabalhando com mudas de castanha-do-maranhão (*Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns) sob diferentes intensidades luminosas não verificaram diferença significativa entre os tratamentos luminosos.

Os solos naturalmente férteis devem ser os preferidos para o semeio das sementes; entretanto torna-se cada vez mais difícil encontrá-los, havendo assim a necessidade de fertilizá-los artificialmente. A adubação orgânica do solo consiste na aplicação de resíduos orgânicos, desde os de constituição mais rica, como o esterco de animais, os de constituição média, como as camas dos estábulos ou

cocheiras e resíduos de culturas até os de constituição mais pobre, como as varreduras, lixos, capins e serragem de madeira. Na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e fornecimento de parte dos nutrientes (KIEHL, 1985). CUNHA et al. (2006) verificaram em mudas de *Acacia mangium* (Willd.) e *Acacia auriculiformis* (A. Cunn. ex Benth.) que o maior crescimento ocorreu em substratos com a presença de esterco bovino.

LUCENA et al. (2004), trabalhando com as espécies da caatinga, cássia (*Cassia siamea* Lam.), flamboyant (*Delonix regia* (Bojer) Raf.), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), verificaram que o tipo e a proporção do substrato influem na germinação e vigor inicial dessas sementes. REGO (1992) observou que a presença de matéria orgânica favoreceu a germinação e o desenvolvimento das plantas de graviola, (*Annona muricata* L.) sendo todos os tratamentos superiores às testemunhas. Com relação às espécies frutíferas da região Nordeste, CARDOSO (1992) observou 92% e 90% de germinação após trinta dias da sementeira cajarana (*Spondias cytherea* Sonn.) em canteiros e sacos de polietileno acrescidos de matéria orgânica, respectivamente.

A catingueira-verdadeira é uma planta característica da caatinga, que germina e desenvolve-se em lugares pedregosos (PIO CÔRREA, 1984) e, além disso, apresenta ampla faixa de tolerância aos mais diversos tipos de solos (MAIA, 2004). Neste trabalho, foi verificado que, para a germinação e a emergência de plântulas de catingueira-verdadeira, o substrato composto de solo, areia e esterco proporcionou maior eficiência ao processo de germinação das sementes (Figuras 1 e 2, Tabelas 2 e 3). No entanto, os substratos com apenas solo, com solo + areia e comercial induziram maior crescimento inicial das plântulas (Tabelas 4 a 6).

Conclusões

O processo germinativo das sementes de catingueira-verdadeira é favorecido em substrato solo+areia+esterco a pleno sol.

O crescimento das mudas de catingueira-verdadeira é maior em substrato comercial ou em solo; em telados com até 50% de interceptação de luz, no entanto, devido aos custos de produção mais baixos, é interessante a produção de mudas de catingueira-verdadeira sob telas de 30% de interceptação de luz, utilizando o solo como substrato.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos técnicos do Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido pela análise dos substratos, e à pesquisadora da Embrapa Semiárido Dr. Alessandra Monteiro Salviano Mendes, pela interpretação das análises dos substratos. Ao CNPq e FACEPE pela concessão de bolsas e auxílios para a realização deste trabalho.

Referências

- ALBUQUERQUE, U. P.; FLORENTINO, A.T.N. ALMEIDA, A.L.S.; ALMEIDA, C.M.A.D.; LINS NETO, E.M.F.; VIEIRA, F.J.; SILVA, F.S.; SOLDATI, G.T.; SOUSA, L.G.; SANTOS, L.L.; RAMOS, M.A.; CRUZ, M.P.; ALENCAR, N.L.; MEDEIROS, P.M.; ARAÚJO, T.A.S.; NASCIMENTO, V.T. **Caatinga: biodiversidade e qualidade de vida**. Recife: NUPEEA, 2010. v.1. 120 p
- AMO, S.R.; GOMEZ-POMPA, A. Crescimento de estados juvenis de plantas e selva tropical alta perenifolia. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S.R. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz**, México. México, Compañía Editorial Continental, 1979. p.549-565.
- AMO, S.R. del. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juvenis de especies primarias. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S.R. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz**, México. México, Alhambra Mexicana, 1985. v.2, p.79-92.
- BAZZAZ, F.A. The physiological ecology of plant succession. **Annual review of ecology and systematics**, Palo Alto, v.10, n.1, p.351-371, 1979.
- BLACKMAN, G.E.; WILSON, G.L. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment: an analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio and relative growth rate of different species. **Annals of Botany**, Oxford, v.43, n.8, p.557-561, 1956.
- BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual review of plant physiology**, Palo Alto, v.28, n.1, p.355-377, 1977.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SISLEGIS: Sistema de consulta a legislação. **Instrução Normativa nº 24**, de 16

de dezembro de 2005. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsult/a/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=15074>>. Acesso em: 06 maio 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa nº 154**, de 1 de março de 2007. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cnia/index.php?id_menu=66>. Acesso em: 07 maio 2011.

CARDOSO, E. **Germinação, morfologia e embriologia de algumas espécies do gênero Spondias**. 1992. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.7 p.789-796, 1997.

FERREIRA, D. F. **Sisvar 4.3**. 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>>. Acesso em 10 jan. 2005.

GAJEGO, E. B. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2001.CD-ROM.

GRIME, J.P. **Estratégias de adaptación de las plantas y procesos que controlam la vegetación**. México: Editorial Limasa, 1982. 291p.

GRIME, J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, Lancaster, v.982, n.3, p.1169-1194, 1977.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**, Porto Alegre: Gênese, 2000. 312p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Ceres: São Paulo, 1985. 492p.

KOIKE, T. Characteristics of the leaf dynamics and the photosynthesis of the seedlings and saplings of *Betula maximowicziana* and *Fraxinus mandshurica* var. japonica in Hokkaido, Japan. In: FUJIMORI, T.; WHITEHEAD, D. **Crown and canopy structure in relation to productivity**. Ibaraki, Forestry and Forest Products Research Institute, 1986. p.376-408.

KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.23, p.176-184, 1926.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1983. 35p. (Série de Biologia. Monografia 24).

LUCENA, A.M.A.; COSTA, F.X.; SILVA, H.; GUERRA, H.O.C. Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2,p. 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores arbustos e suas utilidades**. São Paulo: Leitura e Arte, 2004. 413p.

MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S.R. del. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz**, México. México: Alhambra Mexicana, 1985. v.2, p.191-239.

MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.M. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.25, n.1, p.29-38, 2001.

NAPPO, M. E.; GOMES, L. J.; CHAVES, M.M. F. **Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares**. Lavras, UFLA, 2001. (Boletim Agropecuário, 30)

NICHOLS, M.A.; HEYDECKER, W. Two approaches to the study of germination data. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Vollebakk, v.33, p.531-540, 1968.

PARROTTA, J. A.; TURNBULL, J. W.; JONES, N. Catalyzing native forest regeneration on de-

graded tropical lands. **Forest Ecology and Management**, Melbourne, v.99, n.1, p.1-7, 1997.

PIO CÔRREA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1984. v.2, 777p.

PORTELA, R.C.Q.; SILVA, I.L.; PINÃO-RODRIGUES, F.C.M. Crescimento inicial de mudas de *Clitória fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.163-170, 2001.

REGO, F.A.O. **Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento da gravioleira (*Annona muricata* L.) em diferentes épocas**. 1992 .79f. Monografia (Trabalho de graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992

SANTOS, C.B.; LONGHI, S.J.; HOPPE, J.M. Efeito do volume de tubetes e tipos de substrato na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D.Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 1-15, 2000.

SCALON, S.P.Q., MUSSURY, R.M., RIGONI, M.R. SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.6, p.753-758, 2003.

SENTELHAS, P.C.; VILLA NOVA, N.A.; ANGELOCCI, L.R. Efeito de diferentes tipos de cobertura, em mini-estufas, na atenuação da radiação solar e da luminosidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.479-481, 1998.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1982. 101p. (Temas de Biologia, 30).

ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A.L.S. Formação de mudas de maracujazeiro "amarelo" sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná-RO. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, p.880-884, set./out. 2006.